

# REDES CASERAS: VIRTUALIZACIÓN DE ROUTERS

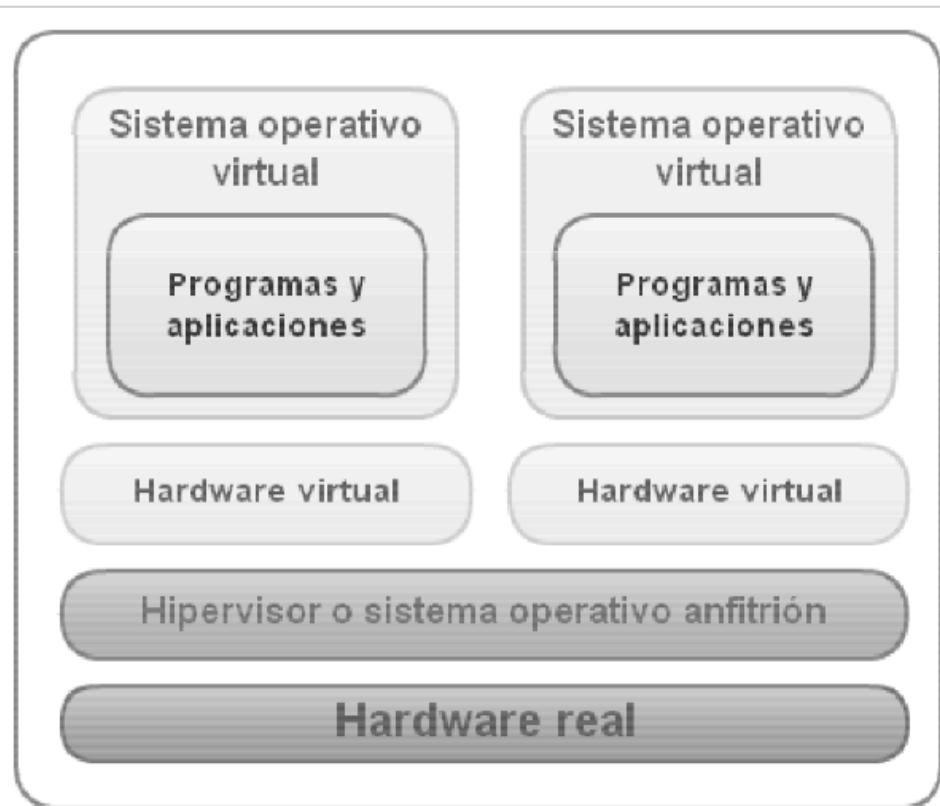
**Antonio Muñoz**

Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación

Universidad de Málaga

[amunoz@lcc.uma.es](mailto:amunoz@lcc.uma.es)

# En qué consiste la virtualización



# Tipos de Virtualización

- Emulación de hardware: Se basa en crear máquinas virtuales que emulan el hardware de una o varias plataformas. Es la más costosa y menos eficiente, ya que obliga a simular completamente el comportamiento de la plataforma hardware a emular

# Tipos de Virtualización

- Virtualización de sistema operativo: Basada en que el kernel del sistema operativo realiza la ejecución de una única instancia del sistema operativo invitado. Los distintos procesos de cada sistema operativo virtual se ejecutarán de forma aislada.

# Tipos de Virtualización

- Paravirtualización: Los sistemas operativos invitados están modificados para ejecutarse en el hipervisor

# Tipos de Virtualización

- Virtualización total: El sistema operativo invitado se ejecuta sobre el sistema operativo nativo, que actúa como hipervisor

# Software de virtualización

- VMWare Workstation, Server
- XenServer
- Microsoft Virtual PC
- Windows Server 2008 R2 Hyper-V
- Oracle VirtualBox
- Parallels Desktop
- Mac-on-Linux
- Win4BSD
- Win4Lin Pro
- Qemu/KVM (optimización con Linux invitados)

# Routers virtuales

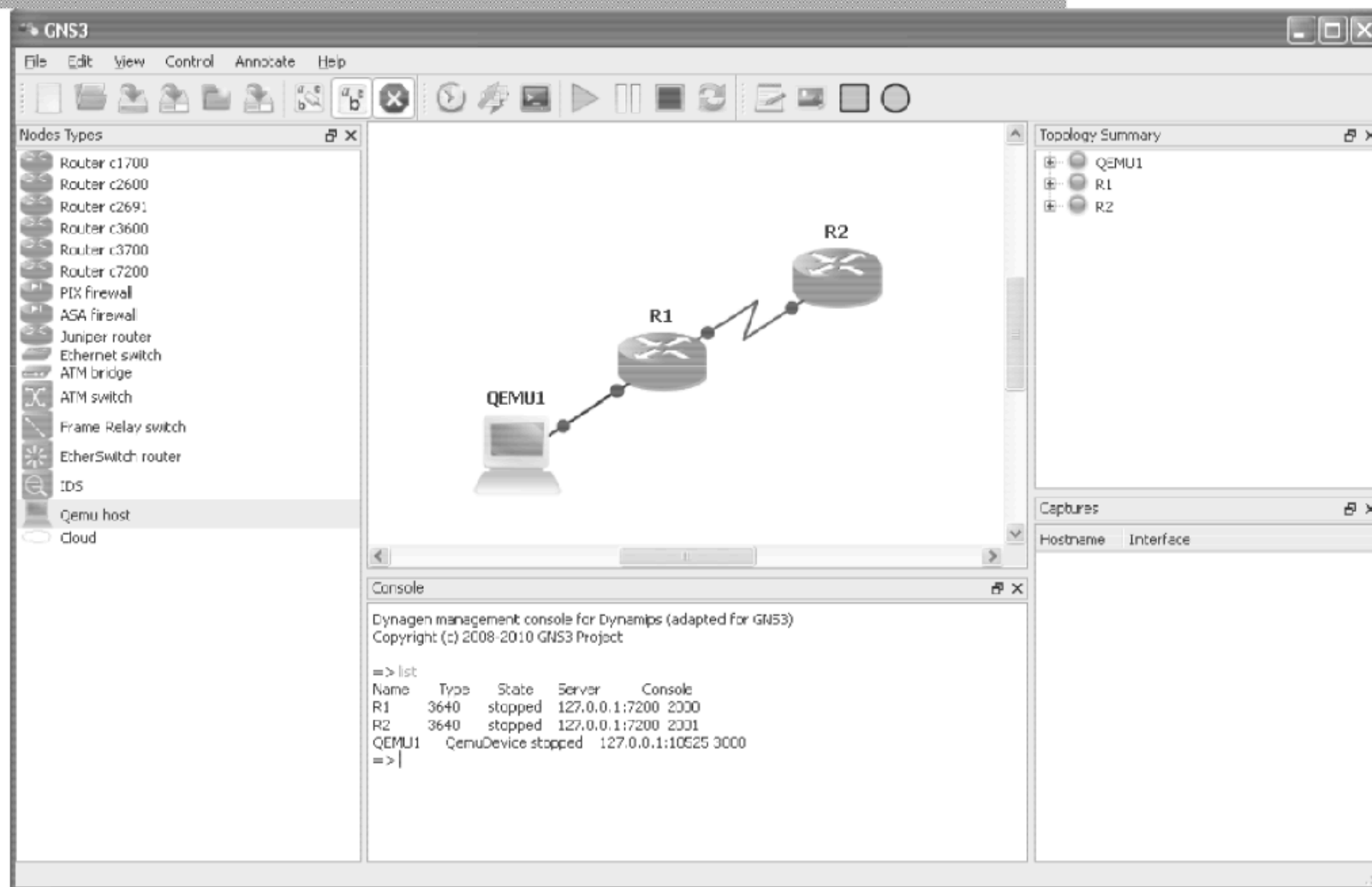
- Si el firmware del router se ejecuta sobre una plataforma estándar se puede virtualizar
  - XORP, Vyatta, OpenWrt
  - Son routers software (para redes pequeñas de prestaciones bajas o medias)
- En otro caso, se requiere de emuladores especiales como hypervisores
  - Dynamips para Cisco y Juniper



# Dynamips/Dynagen/GNS3

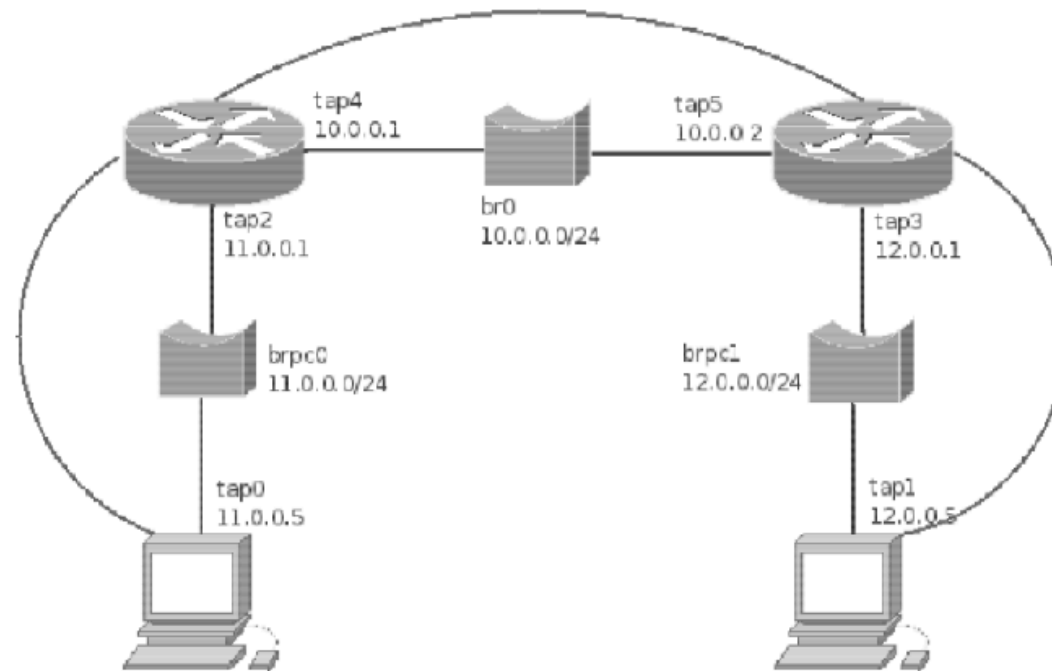
- Dynamips es un emulador de routers Cisco que necesita ejecutar IOS
- Dynagen es un back-end en modo consola para crear y gestionar topologías de routers emulados con Dynamips
- GNS3 es un entorno gráfico que realiza las labores de Dynagen

# GNS3



# Integración con otros routers software

- A través de Qemu
- Se conectan a GNS3 a través de interfaces TUN/TAP



# Otros entornos de laboratorio con routers virtuales



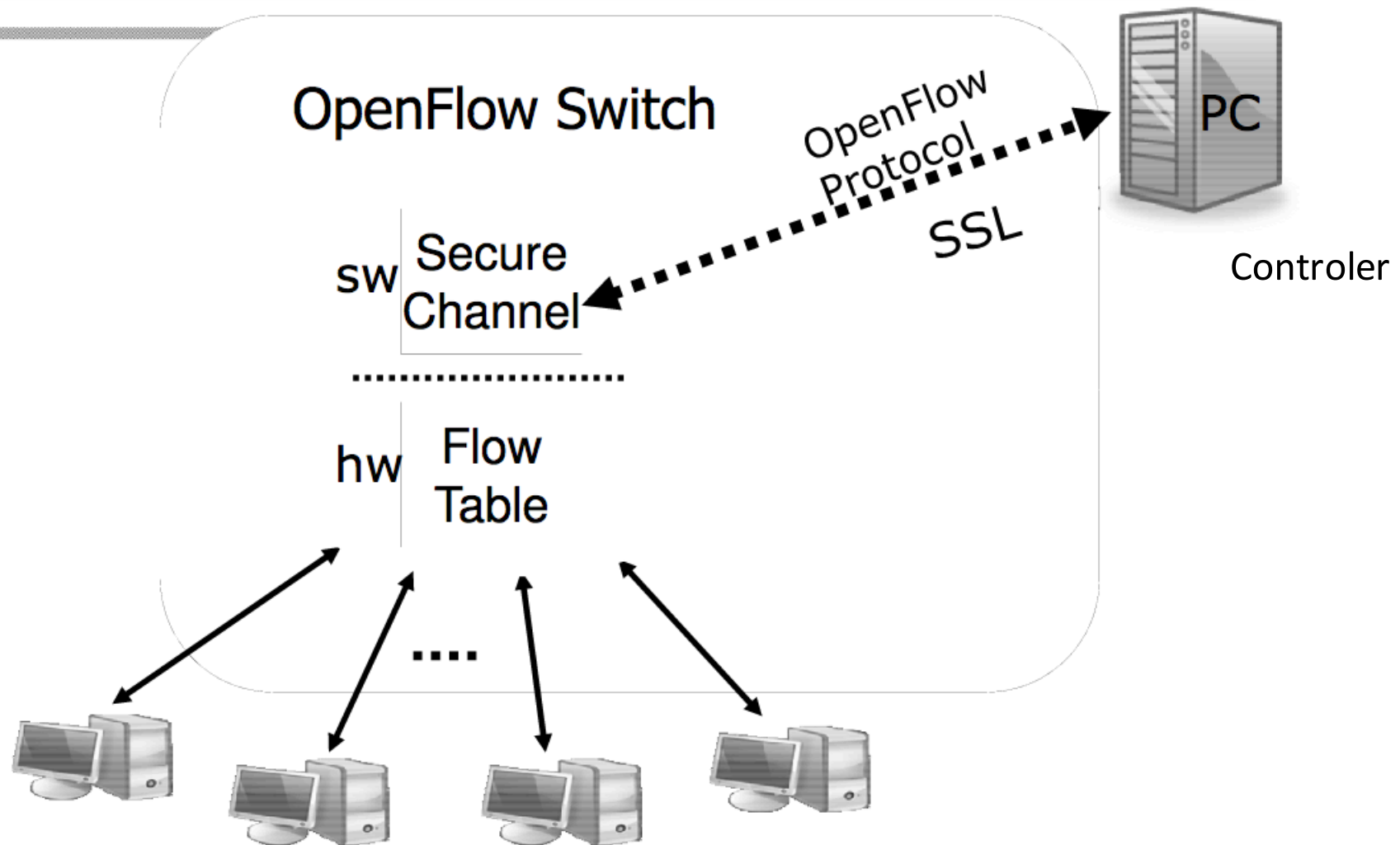
Virtual Network User Mode Linux (VNUML)

- Utilizado en el DIT de la UPM
- Arquitectura para gestionar múltiples máquinas linux en red
  - Configuración con XML (topología y comandos)
  - Máquinas virtuales basadas en UML
  - Muy flexible!
  - 100% código abierto

## Routers de hardware abierto

- Más eficientes que los routers software
- Permiten ser reprogramados (mediante fpgas)
- NetFPGA (Stanford)

# OpenFlow (switching abierto)



# SOFTWARE DEFINED NETWORKING

**Antonio Muñoz**

Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación

Universidad de Málaga

[amunoz@lcc.uma.es](mailto:amunoz@lcc.uma.es)

# Índice del Tema

- **Presentación de un router**
  - **Routers comerciales**
  - **Routers software de código abierto**
    - XORP
    - Vyatta
  - **Redes caseras:virtualización de routers**
    - Dynamips/Dynagen/GSN3
  - **Routers de hardware abierto**
    - NetFPGA
    - OpenFlow



# Misión del router IP

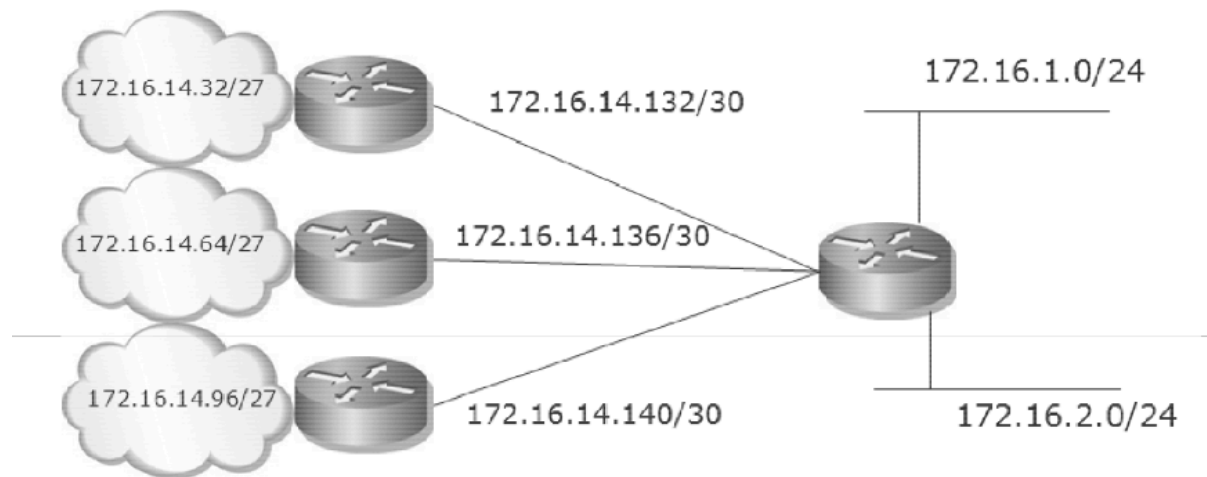
- Recibe una trama destinada a su dirección física (ej. MAC), pero con una IP distinta a la suya
- Inspecciona la tabla de encaminamiento para determinar por dónde enviar el datagrama
- Modifica la dirección MAC origen de la trama, eliminando la original del emisor y reemplazándola por la MAC del interfaz de salida del router
- Decrementa en 1 el campo TTL de la cabecera IP
- Recalcula los checksums del datagrama IP y de la trama de nivel 2 (en este orden)
- Coloca la trama en la cola del interfaz de salida correspondiente

# Enrutamiento

- La tabla de enrutamiento se compone de una serie de entradas tal que:

| RED          | MÁSCARA         | PASARELA      | INTERFAZ |
|--------------|-----------------|---------------|----------|
| 172.16.14.32 | 255.255.255.224 | 172.16.14.133 | le1      |

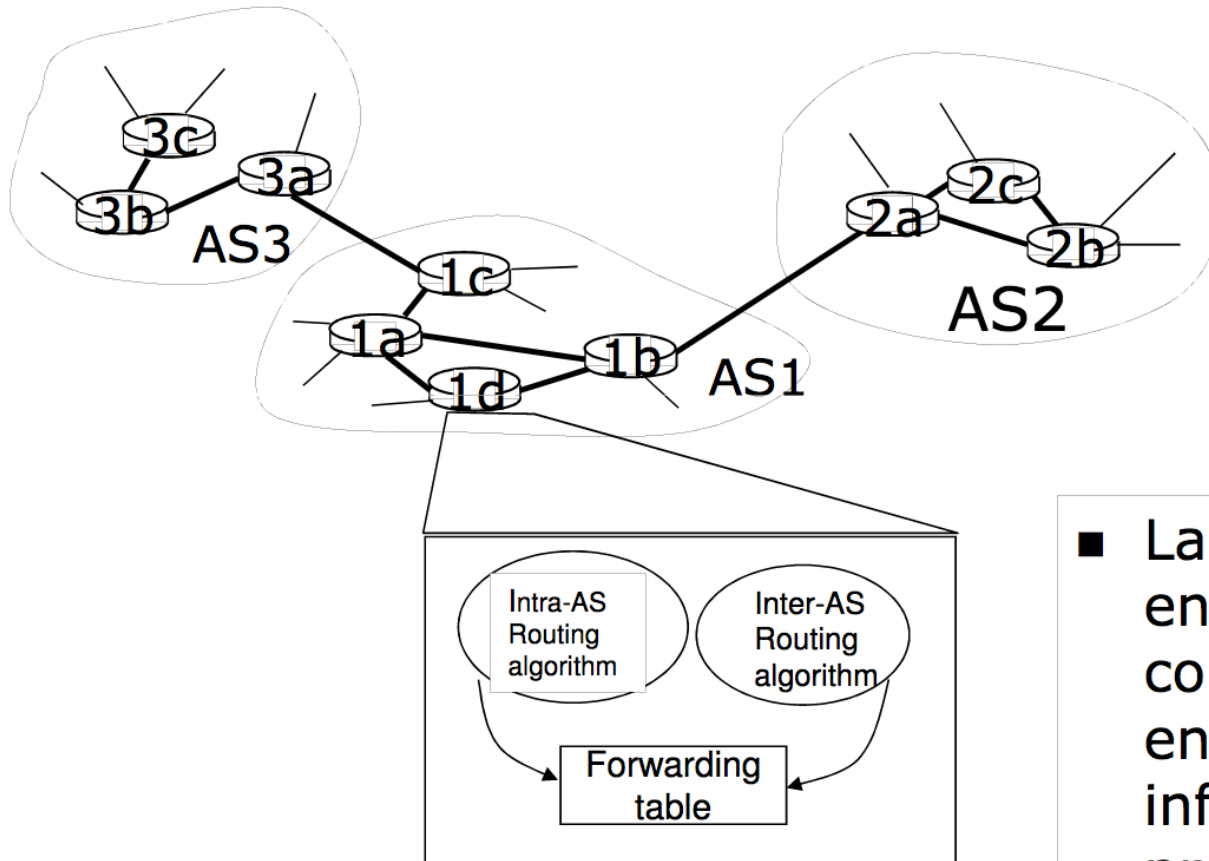
- Existe una opción de red por defecto que se elige en el caso de que no cumpla ninguna de las otras entradas
- Cuando el acceso es a la misma subred se pone en la pasarela el valor directo



# Gestión de las tablas

- De forma manual es el administrador
- Se usan protocolos de enrutamiento de forma distribuida
  - Cada interred se trata como un sistema autónomo (AS) con sus propios algoritmos de enrutamiento y autoridad gestora
  - Por esta razón se distingue entre interior y exterior:
    - IGP (Interior Gateway Protocol) funciona en un AS
    - EGP (Exterior Gateway Protocol) funciona entre varios AS

# Sistemas autónomos



- La tabla de encaminamiento se configura teniendo en cuenta la información de los protocolos intra- e inter-SA

# Los routers reales...

- No solo trabajan a nivel 3 (IP)
  - NAT/NAT de puertos
  - DHCP
  - Protocolos de enrutamiento
  - Configuración web
  - .....



## Más eficiencia

- Routers troncales: enlaces de 2,5 Gbps con paquetes de 256 bits (del orden de 1 Millón de búsquedas por segundo)
- Estructura de la tabla como árbol para facilitar las búsquedas en función de la IP destino (múltiples optimizaciones propuestas, estructuras de datos)
- Mejora tener cachés (consultas frecuentes)
- Mejora tener la tabla en cada puerto de entrada (si se pasan a un procesador central puede haber cuello de botella)

# Routers comerciales

- Terminología común
  - IOS: Internetwork operating system (imágenes o firmware del router)
  - CLI: Command line interpreter (comandos de consola de configuración del router)

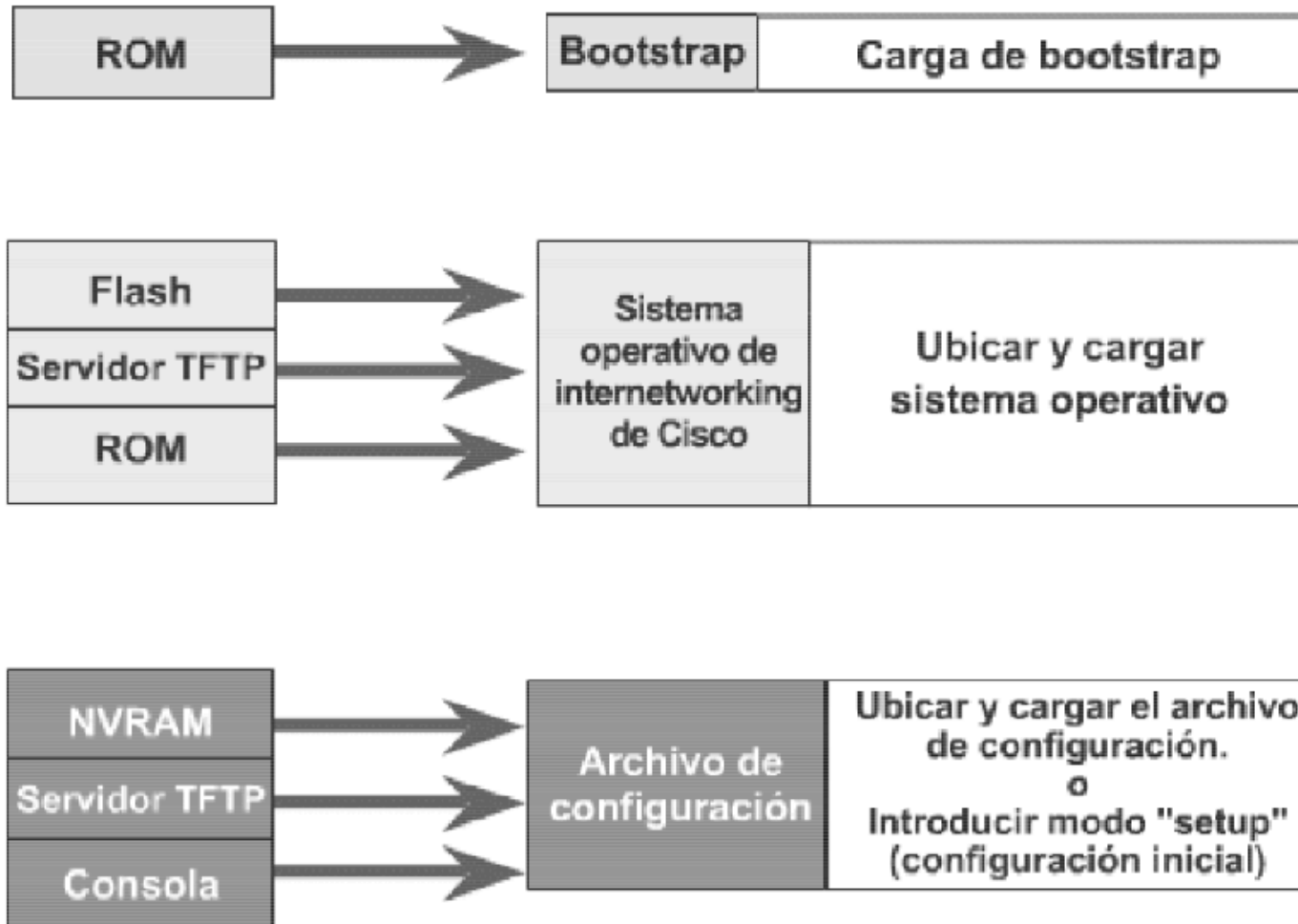
# Componentes de un router

- CPU
- RAM
- NVRAM (ficheros de configuración de arranque)
- Flash (IOS y ficheros de backup)
- ROM (BIOS)
- Consola (interfaz de administración)
- Interfaces (puertos de comunicaciones)

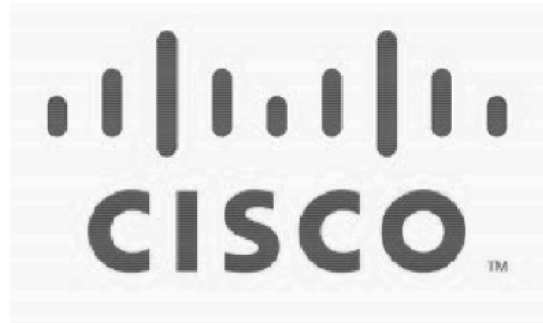


# Secuencia de arranque del router

- La secuencia de inicio



# Actores relevantes: CISCO



Y sus certificaciones...  
CCNA (asociado),  
CCNP (profesional),  
CCIE (experto)



En distintos tracks

| Certification                                        | Duration |
|------------------------------------------------------|----------|
| Entry-level, Associate-level, and Professional level | 3 years  |
| All CCIE certifications                              | 2 years  |
| Specialist certifications                            | 2 years  |
| Cisco Certified Architect                            | 5 years  |

|                                   |
|-----------------------------------|
| Data Center Track                 |
| Routing and Switching Track       |
| Security Track                    |
| Service Provider Track            |
| Service Provider Operations Track |
| Storage Networking Track          |
| Voice Track                       |
| Wireless Track                    |

# Más actores

AVAYA

(antes)

NORTEL  
NETWORKS™

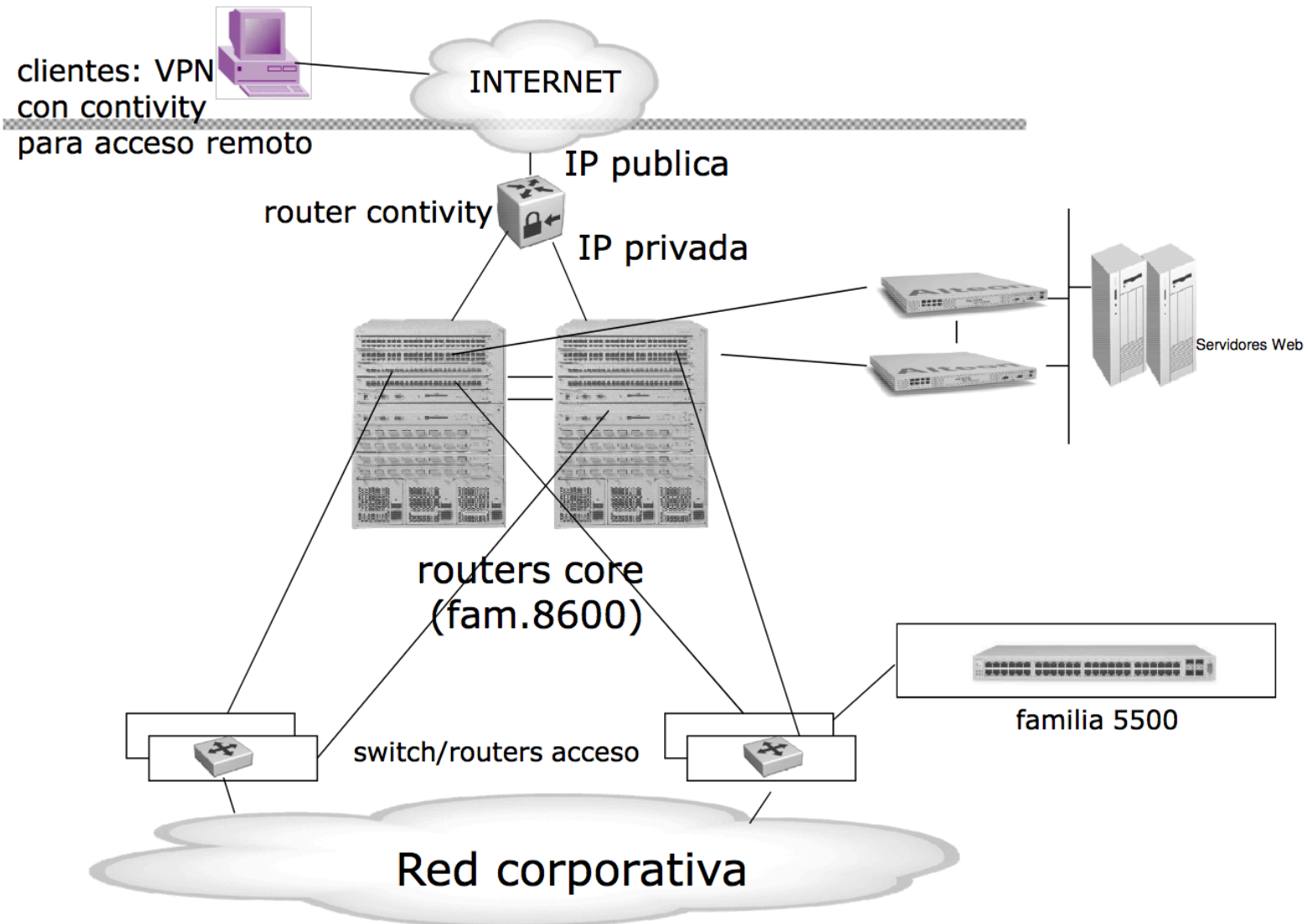
 **Juniper**®  
NETWORKS

...

  
3COM

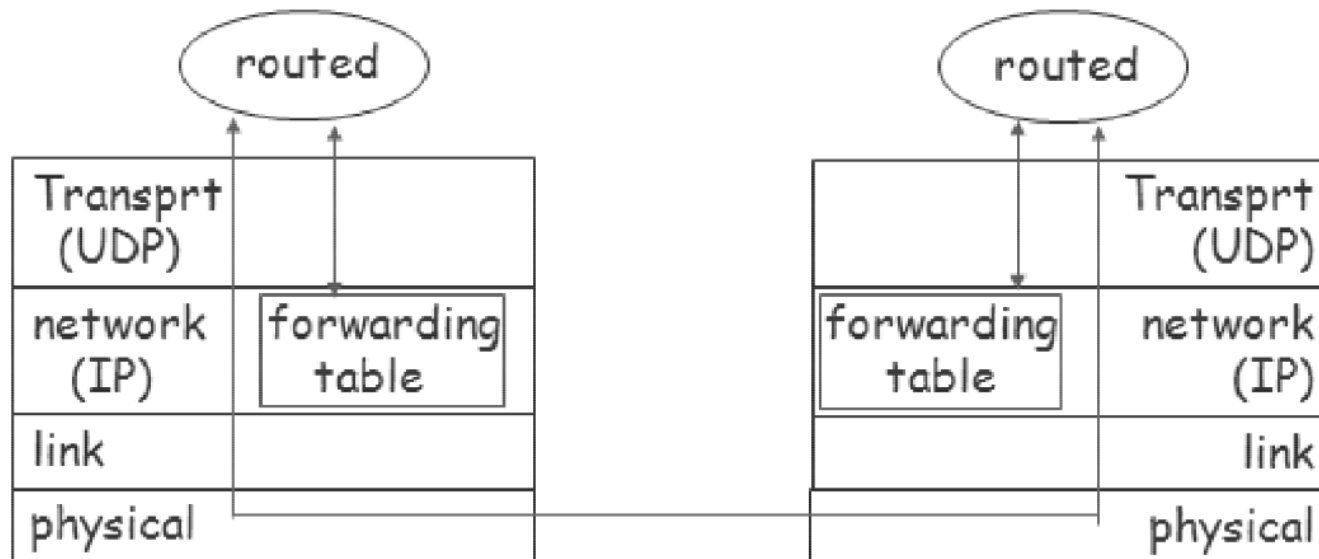
  
HUAWEI

# Cientes VPN con contivity

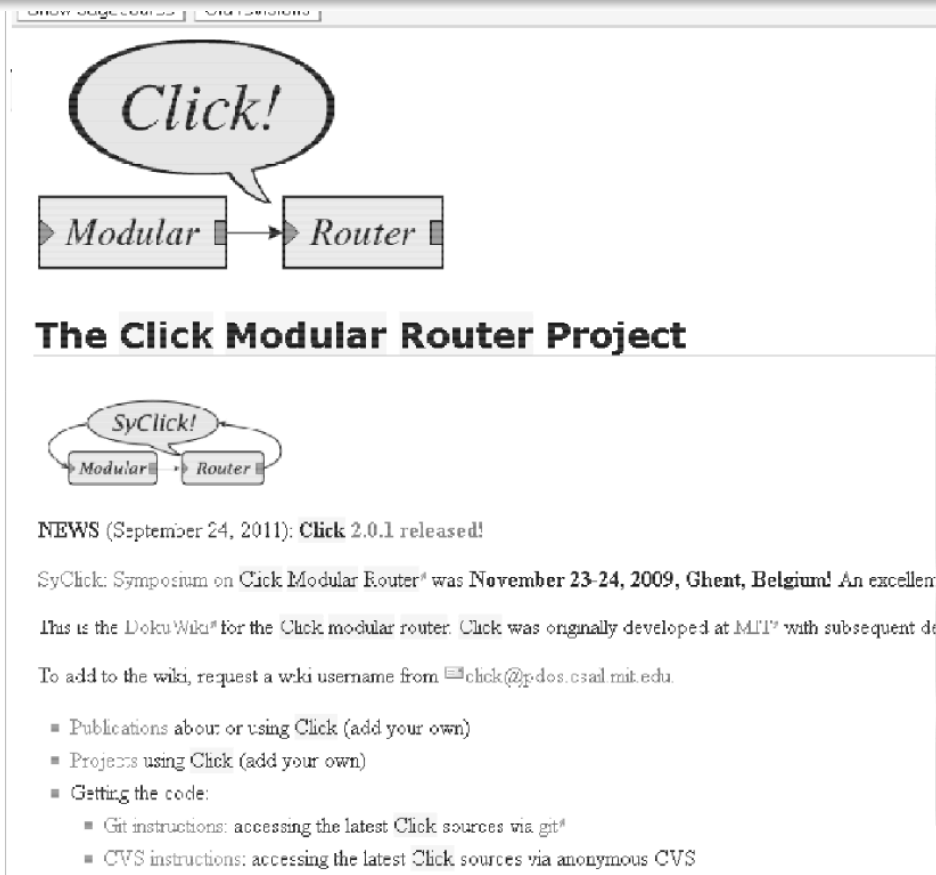


# Routers software de código abierto (demonios UNIX)

- Se gestionan a nivel de aplicación mediante procesos demonios
  - Routed para IGPs (RIP)
  - Gated para IGPs y EGPs (RIP, OSPF, BGP)
  - Zebra/quagga (interfaz de comando similar a un CLI)
- Se usa UDP para paquetes RIP y TCP para los BGP



# El primer router modular: Click



*Click!*

Modular Router

## The Click Modular Router Project

SyClick!

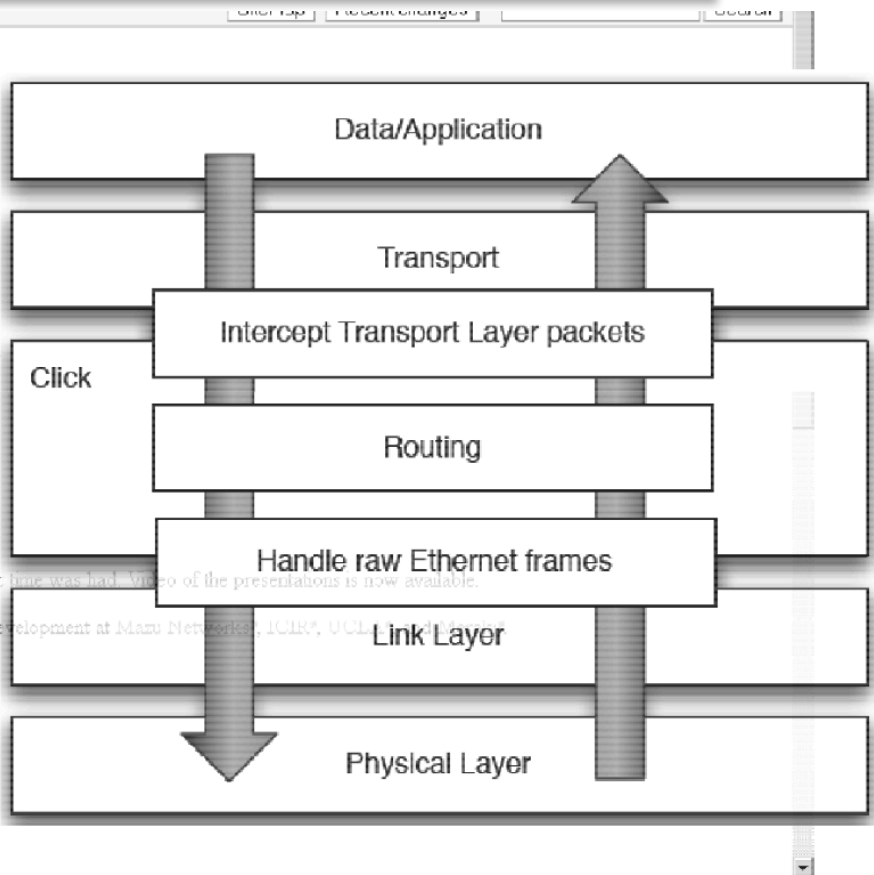
NEWS (September 24, 2011): Click 2.0.1 released!

SyClick: Symposium on Click Modular Router<sup>®</sup> was November 23-24, 2009, Ghent, Belgium! An excellent time was had. Video of the presentations is now available.

This is the DokuWiki<sup>®</sup> for the Click modular router. Click was originally developed at MIT<sup>®</sup> with subsequent development at Mazarin Network, ICIR<sup>®</sup>, UCL<sup>®</sup>, and others.

To add to the wiki, request a wiki username from [click@p.dos.csail.mit.edu](mailto:click@p.dos.csail.mit.edu).

- Publications about or using Click (add your own)
- Projects using Click (add your own)
- Getting the code:
  - Git instructions: accessing the latest Click sources via git<sup>®</sup>
  - CVS instructions: accessing the latest Click sources via anonymous CVS



Data/Application

Transport

Click

Intercept Transport Layer packets

Routing

Handle raw Ethernet frames

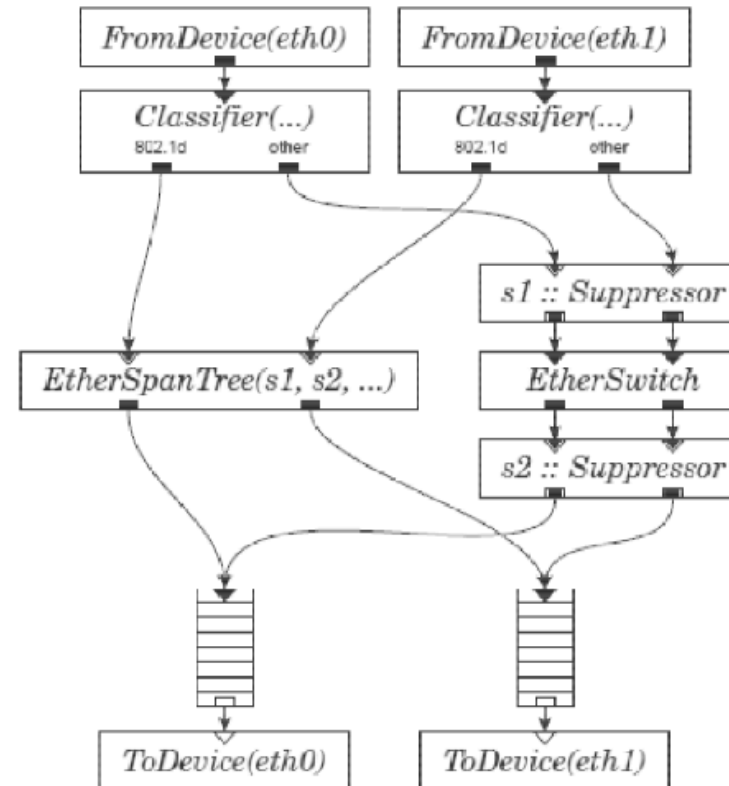
Link Layer

Physical Layer

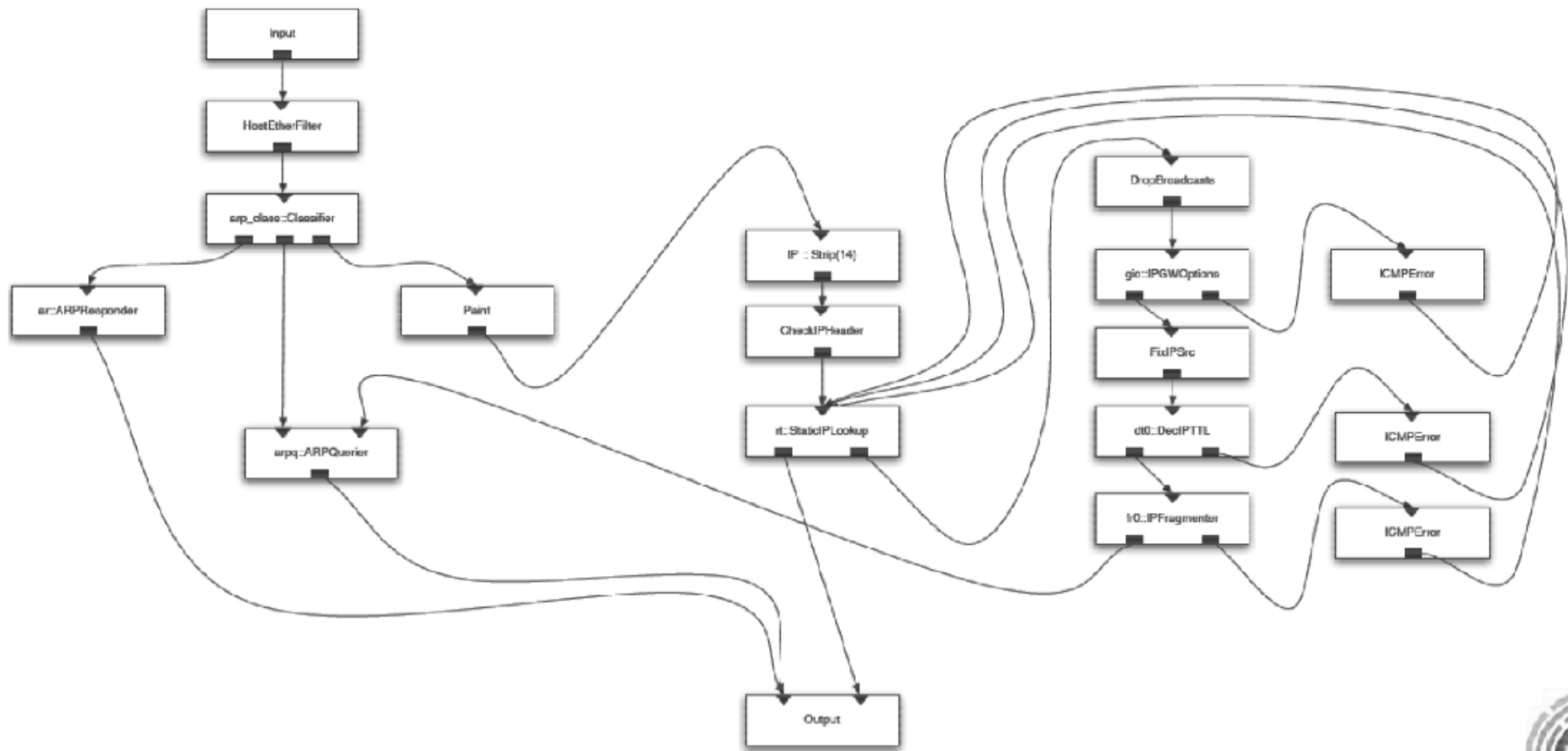
Eddie Kohler. Ph.D. thesis, MIT, November 2000

# Click

- C/C++, licencia MIT/BSD
- Módulo kernel de linux y FreeBSD con optimizaciones
- <http://read.cs.ucla.edu/click/elements>

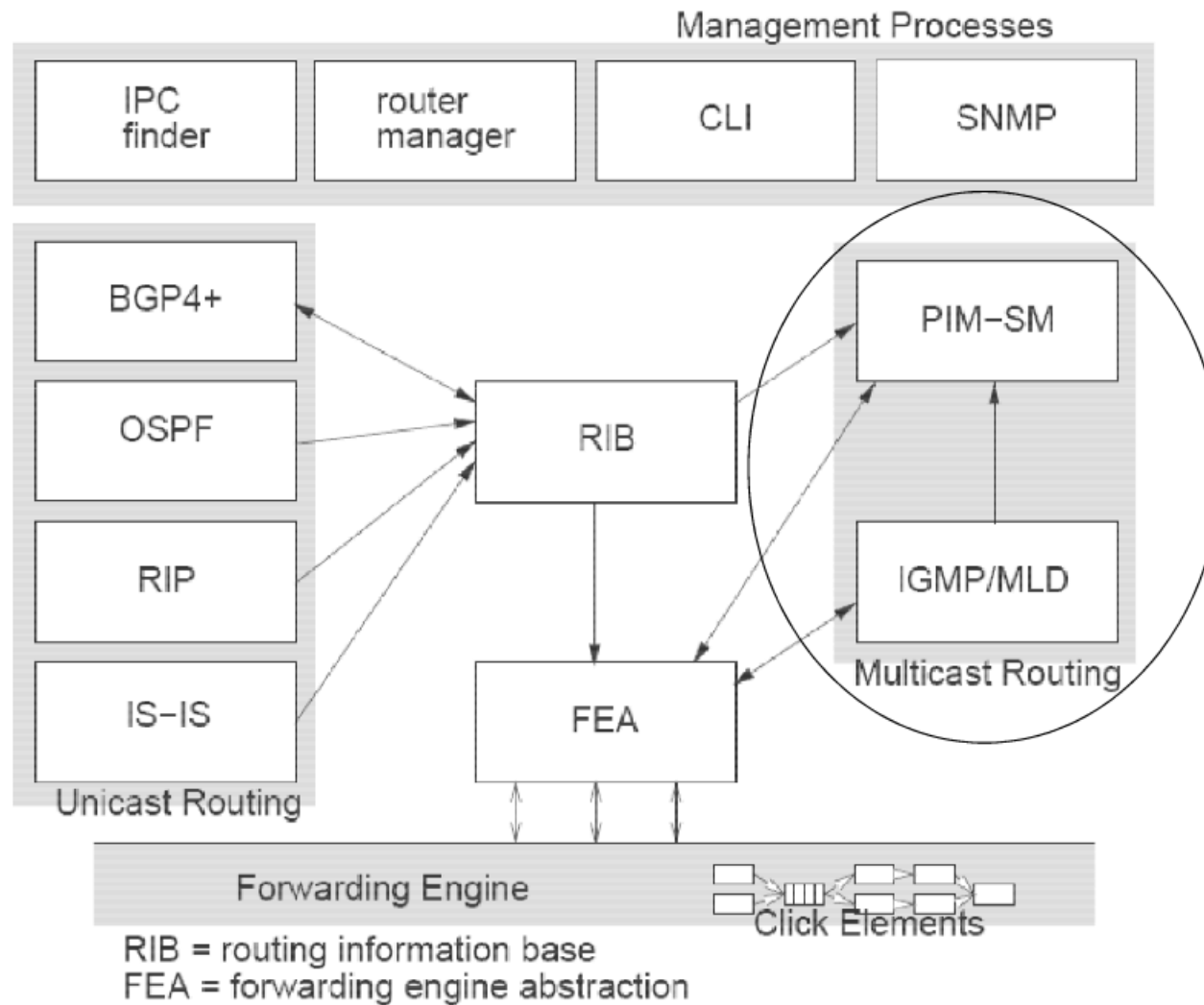


# Módulos en click: Router IP





# XORP

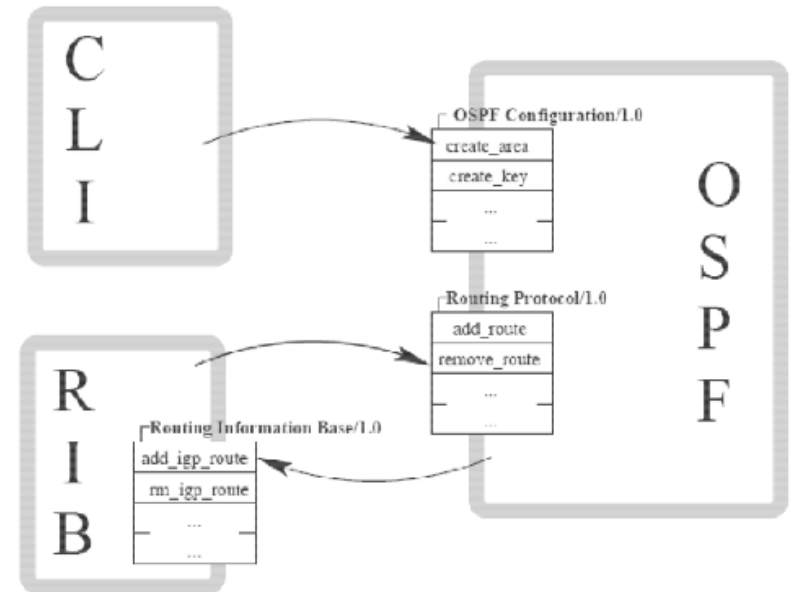


# XORP

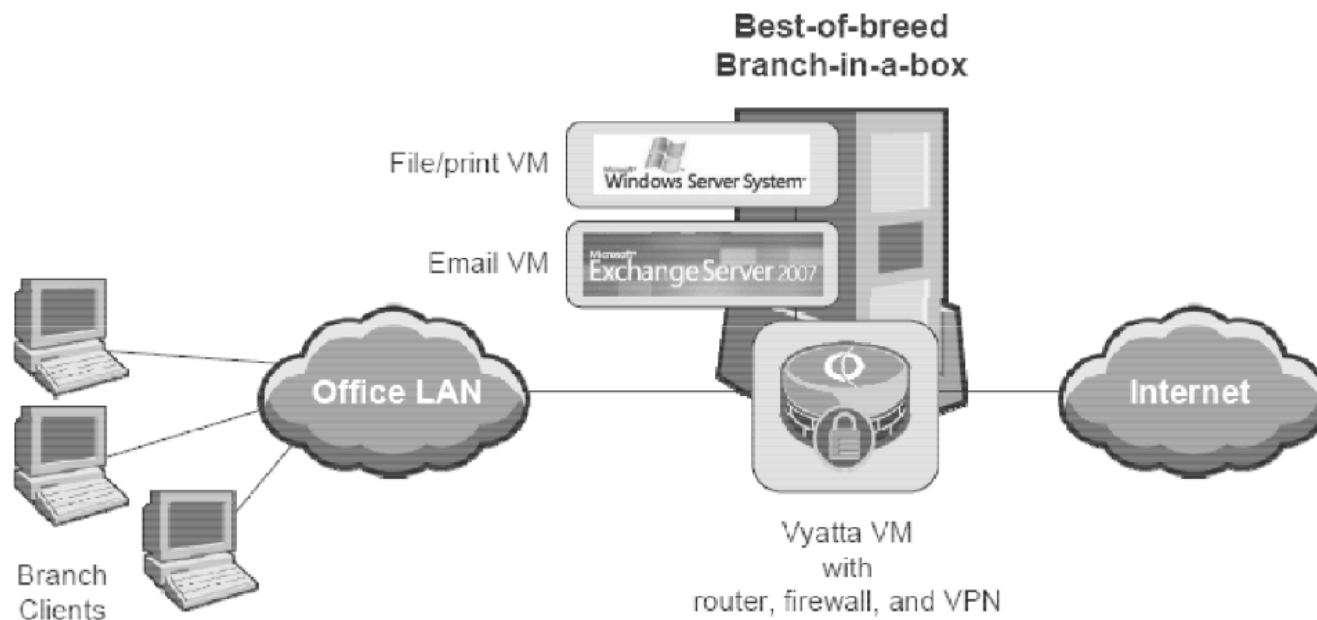
- El CLI es el proceso xorphps

```
user@hostname> ?  
Possible completions:  
configure      Switch to configuration mode  
exit           Exit this command session  
help           Provide help with commands  
quit           Quit this command session  
show           Display information about the system
```

Los módulos son procesos que exponen unos interfaces accesibles con eventos remotos (no bloqueantes, asíncronos)



Conjunto de herramientas: quagga, openvpn, CLI,...



# OpenWrt

- Linux orientado a dispositivos empotrados tipo router doméstico

